

走行車群におけるグループ形成に関する通信方式の評価

岡村 拓[†] 井手口 哲夫 田 学軍 奥田 隆史

愛知県立大学大学院情報科学研究科[†]

1. はじめに

日本における交通事故発生件数は年々減少傾向にあるが、2008 年度の交通事故発生件数は全国で 76 万 6147 件に上るなど、依然として多発している[1]。交通事故削減などを目的とした ITS (Intelligent Transport Systems) と呼ばれる取り組みがなされている。

そこで、著者等は車々間通信を応用して、自動車群にグループを形成し、各車が行動を起こす前に自車両の意図を周知し、グループに所属する車両と合意・協力を得て協調走行することで、車両相互間の事故発生件数の削減や快適な運転の支援を目指す。

本稿では、走行車群におけるグループ形成のための通信方式を提案し、評価する。また、これらの評価には OPNET 社のネットワークシミュレータ OPNET により、通信トラヒックの評価を行う。

2. 研究背景

走行車相互間における交通事故の削減を目的として、走行車群における合意形成手法の検討を行う。これにより、グループ内でドライバーが事前に自車の行動を周知し、周囲の走行車との合意形成を行うことで協調走行が可能になり、事故防止や快適な走行支援ができる。

走行車群における合意形成を達成するためのプロトコルスタックの階層構造を図 1 に示す。走行車群における合意形成プロトコルはアプリケーション層に位置付けられ、インターネット層には IP のオプションとして提案する Wireless Direct Distribution Protocol (WDDP) [3] を位置付ける。本稿では、インターネット層の WDDP に注目し、検討する。

Application Layer	Consensus Formation on Vehicle Group
Transport Layer	UDP
Internet Layer	IP+WDDP
Network Interface Layer	MAC

図 1 走行車群における合意形成プロトコルスタックの階層構造

Evaluation of the Communication Mechanism with Group Construction among Vehicles

[†] Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

3. 走行車群におけるグループ形成手法

走行車群におけるグループ通信方式として提案する WDDP (Wireless Direct Distribution Protocol) について述べる。WDDP は走行車群における協調走行を可能とするためのグループを形成し、各車両の要求や突発事象に対応した情報配信を行うためのプロトコルである。前提条件として、各車両を一意に認識するアドレスをそれぞれ保持し、Source Node はオンデマンドに発生する。また、WDDP における通信範囲は最大 2 ホップまでとする。

提案する WDDP は、グループ形成フェーズと合意形成フェーズの 2 つのフェーズが存在し、これらをまとめて 1 トランザクションとして定義する。次に WDDP のトランザクションの各フェーズの Step を示す。

Step1. Source Node が Group Packet をフラッディング

Step2. Group Packet を受信した Regular Node が、Source Node 宛にユニキャスト通信により応答

Step3. Source Node は Regular Node からの応答を受信し、応答時間が小さい順に各ノードを自身の Group Table に登録（登録されたノードは Group Node となる）

Step4. Group Node 宛に Source Node は合意形成パケットを送信

Step5. Source Node からパケットを受信した Group Node は Source Node へ応答

Step6. 以降、必要に応じて Step4、5 の繰り返しにより Source Node と Group Node の間で合意形成を達成（もしくは不達成）

以上より、Step1~3 がグループ形成フェーズであり、Step4~6 が合意形成フェーズである。また、グループ形成フェーズの Step1 でフラッディングされる Group Packet は、Source Node がグループ形成を要求する際に送信するパケットとする。

4. グループ通信方式の検討

WDDP のグループ形成フェーズにおける通信方式に既存の技術である Ad-Hoc Routing Protocol を適用する場合と適用しない場合についてそれぞれ考察する。Ad-Hoc Routing

Protocol を使用する場合については AODV を用いて検討する。

AODV を用いる理由として、Source Node はオンデマンドに合意形成を行うため、移動性の高い自動車への適用と、全体的なトラヒック削減を考慮し、Reactive 型である AODV を用いる。

適用しない場合は、ユニキャストに基づくフラッディング (Any-cast Based) により、グループ形成を行う。

5. シミュレーション評価

本稿における評価にはネットワークシミュレータの OPNET を用いる。前提条件として、合意形成を開始する車両ノードを Source Node の 1 台に限定し、その他の車両ノードを Group Node または Regular Node とする。各ノードの走行速度は一定 (50km/h) として、T 字路において車両が合流する時点からグループ形成を開始し、並走中はそれを維持する。また、無線通信距離は 100m とする。

Source Node は常にグループ形成を行うものとし、グループ形成に要する時間と、トラヒック量について AODV による方式とユニキャスト型フラッディングによる (Any-cast Based) 方式の比較評価を行う。

AODV を適用する場合は、経路生成にユニキャスト型の通信を用いて行うため、グループ形成に要する時間が大きく、トラヒック量に関しても、多数のノードを対象とする場面ではユニキャスト型フラッディング (Any-cast Based) よりも不利であると考えられる。

6. 結果と考察

シミュレーションによる結果を図 2 に示す。また、本稿ではグループ形成に要する時間のみ示す。T 字路において合流する際に、グループ形成を行う場面における Source Node から各ノードへの送信パケットの遅延時間を示している。

AODV 方式と Any-cast Based 方式はどちらも 0.1sec 以下の遅延を満たしているが、AODV 方式の場合は Node3、4 が最初のパケット受信に 0.1sec 以上要している。各方式の最も大きな違いは、最初のパケットが各ノードへ到達する時刻である。Any-cast Based 方式はほぼ同時に 3 ノードへ送信できているが、AODV 方式は Node3 と Node4 へは約 0.3sec 後にパケットが到達していることがわかる。これは、Node3、4 が 2 ホップに位置するためであると考えられる。一方、Any-cast Based 方式の場合は 3 ノードの全てが 1 ホップに位置することで、グループ形成の開始時刻を早くすることができると考えられる。しかし、本稿には示さないが、Any-

cast Based 方式は全体におけるトラヒック量が AODV 方式に比べて大きいという結果が得られている。したがって、Source Node が増大した場合には、トラヒック量の削減を図ることが必要である。

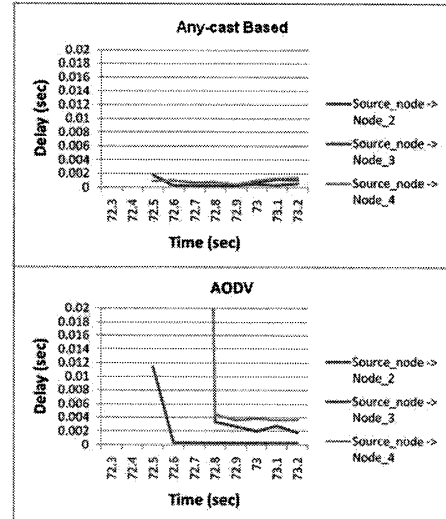


図 2 シミュレーション結果

7. おわりに

本稿においては、安全かつ快適な運転支援を目的とした、走行車群における合意形成手法について述べ、それらを行うためのグループ形成手法を提案した。また、グループ形成における通信方式として、WDDP のグループ形成の通信方式として AODV 方式と Any-cast Based 方式について比較検討を行った。その結果、Any-cast Based 方式の方が、グループ形成開始時刻の点で有効な値を示したが、その他の点について改善すべき点は多く存在する。

今後の課題として、シミュレーションモデルの拡張を行い、より多くのノードを対象とした場合の影響についても評価する必要がある。通信方式としては、グループ形成フェーズにおけるトラヒック量の削減が必要と考えられる。さらに、グループ運用に関するアルゴリズムの検討を行うことも重要な課題である。

謝辞

本研究の一部は平成 20 年度文部科学省科学研究補助金基盤研究(B)課題番号(20300030)の支援を受けて行った。

参考文献

- [1] 警察庁交通局, “平成 20 年中の交通事故の発生状況,” Feb. 2009.
- [2] 岡村拓, 井手口哲夫, 田学軍, 奥田隆史, “リアルタイム指向のグループ通信方式の提案”, 信学技報, vol.108, no.393, IN2008-109, pp. 7-12, Jan. 2009.